

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2011

Autores

Luciano Viana Cota

Eng. agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador em fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, lvcota@cnpmis.embrapa.br

Rodrigo Verás da Costa

Eng. agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador em fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, veras@cnpmis.embrapa.br

Dagma Dionísia da Silva

Eng. agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora em fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, dagma@cnpmis.embrapa.br

Fabrcio Eustáquio Lanza

Eng. agrônomo, Doutorando em Fitopatologia, Univ. Fed. de Viçosa, falanza@bol.com.br



Recomendação para o controle químico da antracnose foliar do sorgo

Nos últimos anos, a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) vem atingindo aumentos expressivos de área plantada. A área total plantada com sorgo granífero no Brasil, na safra de 2010/2011, foi de 817,4 mil hectares e a produção foi de 2.314 toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2011a). O Centro-Oeste é a principal região de cultivo de sorgo granífero, respondendo por 64,2% da produção nacional. A produtividade média brasileira de sorgo granífero é de, aproximadamente, 2,8 ton/ha, muito abaixo do potencial produtivo das cultivares disponíveis no mercado. Entre os fatores que contribuem para a redução da produtividade da cultura do sorgo no Brasil destacam-se as doenças.

Dentre os patógenos de maior importância para a cultura no Brasil destaca-se o fungo *Colletotrichum sublineolum*, agente causal da antracnose, considerada a doença mais importante da cultura, devido à sua agressividade e ao potencial de perdas na produção de cultivares suscetíveis, sob condições quentes e úmidas (FERREIRA et al., 2007; COSTA et al., 2003; CASELA et al., 1997). A doença encontra-se amplamente disseminada nas principais regiões produtoras do país (FERREIRA et al., 2007; GUIMARÃES et al., 1999). O patógeno é capaz de infectar todas as partes da planta, sendo a fase foliar da doença a mais importante (COSTA et al., 2009; FERREIRA et al., 2007; COSTA et al., 2003; NGUGI et al., 2000). Reduções superiores a 80% na produção de grãos têm sido constatadas em cultivares suscetíveis, em anos e locais favoráveis ao desenvolvimento e à disseminação da doença (PANIZZI; FERNANDES, 1997). Sob condições experimentais, em áreas não protegidas por fungicidas, perdas na produtividade superiores a 70%, devido à antracnose foliar, têm sido relatadas em comparação com áreas submetidas à aplicação de fungicida (COSTA et al., 2009).

O controle desta doença é obtido, principalmente, pela utilização de cultivares resistentes. A variabilidade genética existente no germoplasma de sorgo tem permitido a identificação de fontes de genes resistência, que vêm sendo intensamente utilizadas em programas de melhoramento para a obtenção de híbridos resistentes. Informações da literatura, bem como trabalhos realizados pela Embrapa Milho e Sorgo, indicaram que *Colletotrichum sublineolum* é um patógeno de alta variabilidade patogênica, um aspecto que limita grandemente a utilização da resistência como estratégia para o manejo desta doença (CHALA et al., 2011; MOORE et al., 2008; CASELA; FREDERIKSEN, 1994). Diante desta variabilidade, várias alternativas têm sido avaliadas para a obtenção de resistência durável a este patógeno. Uma destas tem sido a seleção de genótipos com resistência dilatária, caracterizada pela maior capacidade de determinados genótipos em limitar o progresso da doença (CASELA et al., 1993). Esta resistência, entretanto, tem apresentado certa instabilidade em função da variabilidade populacional do patógeno, havendo indicação de que pelo menos parte dela é do tipo vertical incompleta (CASELA et al., 2001; GUIMARÃES et al., 1998a). Em função disto, outras alternativas como o uso de mistura de genótipos (GUIMARÃES et al., 1998b), rotação de cultivares (COSTA et al., 2010b) e pirâmides de genes (CASELA et al., 1998) têm sido avaliadas na busca de resistência durável a este patógeno. No Brasil, a quebra de

resistência devido ao surgimento de novas raças do patógeno tem sido observada em várias cultivares: Tx378 (FERREIRA; CASELA, 1986), SC326-6 e SC283 (CASELA; FERREIRA, 1987), SC748-5 (CASELA; FREDERIKSEN, 1994).

O uso de fungicidas, uma prática incomum neste patossistema até o final da década de 1990, tem se tornado frequente nas principais áreas produtoras de sorgo da região Centro-Oeste do Brasil (COSTA et al., 2009). Em função deste novo cenário, a Embrapa Milho e Sorgo tem desenvolvido trabalhos que visam avaliar a eficiência e a viabilidade técnica de uso de fungicidas na cultura do sorgo. Costa et al. (2009) avaliaram a eficiência de vários fungicidas no controle da antracnose foliar, em diferentes doses e número de aplicações. Os produtos avaliados apresentaram eficiência no controle da doença, com destaque para a mistura de Epoxiconazole + Piraclostrobina, a qual resultou em maior eficiência de controle e maior incremento na produção.

Estudos realizados na safra 2009/2010 permitiram verificar que o nível de resistência genética do genótipo tem influência na eficiência do controle químico da antracnose foliar (COSTA et al., 2010a). Em cultivares com níveis intermediários de resistência, menor número de aplicações ou menores doses de fungicidas foram requeridas, o que resultou numa maior eficiência de controle quando comparado à aplicação em cultivares suscetíveis. O fungicida entrou no sistema de manejo como uma medida complementar à resistência apresentada pelo genótipo, resultando num efeito *sinérgico* dessas medidas de manejo, o que tornou o controle mais eficiente e estável. Por outro lado, o nível de resistência presente nos genótipos atua estabilizando a população do patógeno e reduzindo a probabilidade de surgimento de indivíduos resistentes às moléculas fungicidas.

Para validar a recomendação de controle químico de doenças do sorgo, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a interação entre o controle químico e o nível de resistência de híbridos comerciais de sorgo na eficiência de controle da antracnose, e a viabilidade econômica. A análise de viabilidade econômica faz-se necessária para se saber se o custo da aplicação do fungicida vai ser compensado pelo ganho de produção.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos (1 e 2) na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) – Embrapa, localizado em Sete Lagoas (MG), na safra 2010/2011. Os experimentos foram conduzidos em áreas com histórico de ocorrência severa da antracnose foliar em cultivares de sorgo. Os plantios dos experimentos 1 e 2 foram realizados em 17 e 24 de novembro de 2009, respectivamente. Para o tratamento de sementes, foram utilizados o inseticida Thiametoxam e o fungicida Metalaxyl-M + Fludioxonil, nas dosagens de 400 e 150 ml/100 kg de sementes, respectivamente. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 300 kg/ha da formulação 08-28-16 + Zn (NPK). Aos 25 e 50 Dias Após o Plantio (DAP) foram realizadas as adubações nitrogenadas de cobertura utilizando 100 kg/ha de ureia em cada aplicação.

Cada parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 5 m de comprimento, com o espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. Os dois experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições com os tratamentos delineados em esquema fatorial. No experimento 1, os tratamentos foram delineados em esquema fatorial 2 (Genótipos) x 3 (doses do fungicida) X 4 (número de aplicação) e um tratamento adicional onde se aplicou água (testemunha) (Tabela 1). No experimento 2, os tratamentos foram delineados em esquema fatorial 6 (Genótipos de sorgo) x 3 (épocas de aplicação do fungicida) e uma testemunha sem aplicação (Tabela 2).

No experimento 1, as pulverizações foram iniciadas aos 40 DAE (Dias Após a Emergência), quando foram observados os primeiros sintomas da doença no híbrido mais suscetível. No experimento 2, as aplicações de fungicida foram iniciadas aos 45 DAE. O fungicida utilizado consistiu em uma mistura comercial de triazol e estrobilurina (Epoxiconazole + Piraclostrobina), previamente selecionada como a mais eficiente para o controle da antracnose (COSTA et al., 2009). As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado a CO₂, com vazão constante de 300 L/ha. No experimento 2, avaliou-se o efeito da aplicação tardia do fungicida (65 DAE) no intuito de se testar a possibilidade de se fazer uma aplicação e qual seria melhor época de

aplicação: mais cedo ou mais tarde. No experimento 1, os tratamentos com uma aplicação foram realizadas aos 40 DAE.

As avaliações da severidade da antracnose foliar foram realizadas semanalmente utilizando-se uma escala de notas variando de 1 a 9, sendo 1 indicativo de ausência de sintomas nas plantas e 9 de plantas completamente secas (100% de severidade) (SHARMA, 1983). As plantas das duas linhas centrais de cada parcela foram utilizadas para as

avaliações da severidade da doença e de produtividade. Para tal, as plantas foram cobertas com tela de nylon para evitar danos causados pelo ataque de pássaros. Ao final do experimento, mediu-se a produtividade em kg/ha. Os valores de notas de severidade foram convertidos para valores de severidade da doença e utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os valores de AACPD, severidade final e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, quando necessário, foram

Tabela 01. Híbridos, reação à antracnose, fungicida e épocas de aplicações do produto para o manejo da doença em sorgo plantado no experimento 1.

Genótipo	Resposta Antracnose	Ingrediente ativo	Dose (L/ha)	Aplicação (DAE)			
				40	55	70	85
BRS 304	Suscetível	Sem aplicação	-				
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x			
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x	x		
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x	x	x	
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x	x	x	x
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x			
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x	x		
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x	x	x	
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x	x	x	x
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x			
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x	x		
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x	x	x	
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x	x	x	x
BRS 310	MR	Sem aplicação	-				
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x			
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x	x		
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x	x	x	
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,5	x	x	x	x
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x			
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x	x		
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x	x	x	
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,7	x	x	x	x
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x			
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x	x		
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x	x	x	
BRS 310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,9	x	x	x	x

Tabela 02. Híbridos, fungicida e épocas de aplicações do produto Epoxiconazole + Piraclostrobina para o manejo da antracnose do sorgo no experimento 2.

Genótipo	Resposta Antracnose*	Ingrediente ativo	Dose (L/ha)	Aplicação (DAE)	
				45	65
BRS 304	Suscetível	Sem aplicação	-		
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75		x
BRS 304	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	x
BRS310	MR**	Sem aplicação	-		
BRS310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	
BRS310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75		x
BRS310	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	x
BRS308	Resistente	Sem aplicação	-		
BRS308	Resistente	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	
BRS308	Resistente	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75		x
BRS308	Resistente	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	x
AG1060	Resistente	Sem aplicação	-		
AG1060	Resistente	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	
AG1060	Resistente	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75		x
AG1060	Resistente	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	x
MR43	Suscetível	Sem aplicação	-		
MR43	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	
MR43	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75		x
MR43	Suscetível	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	x
DKB599	MR	Sem aplicação	-		
DKB599	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	
DKB599	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75		x
DKB599	MR	Epoxiconazole + Piraclostrobina	0,75	x	x

*Classificação baseada em resposta do híbrido a populações de *Colletotrichum sublineolum* que ocorrem em Sete Lagoas - MG.

**Moderadamente resistente.

comparadas utilizando-se o teste Tukey ($P=0,05$). A eficiência de controle dos tratamentos foi calculada comparando-se a AACPD e a severidade final das parcelas submetidas aos tratamentos e das parcelas testemunhas, as quais não receberam aplicação de fungicida.

Adicionalmente, para os dados de produção, foi realizada análise econômica. Para tal, considerou-se a relação entre o rendimento de grãos dos híbridos

submetidos à aplicação de fungicida, em relação à testemunha sem aplicação. O custo total da aplicação do fungicida foi considerado como a soma do custo do produto, para aplicação na dose de 0,75L/ha (R\$ 48,00), e o custo da aplicação terrestre (R\$ 23,00). No caso de tratamento com mais de uma aplicação, o custo foi composto pela soma do custo de cada aplicação. O preço médio da saca de 60 kg de sorgo utilizado foi de R\$ 17,90, estimado considerando o valor da saca de sorgo como 70% do va-

lor de mercado da saca de grãos de milho R\$ 25,66 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2011b). Sendo assim, para que a aplicação do fungicida pagasse o custo da aplicação, o controle da doença teria que aumentar a produção em 237 kg/ha (aproximadamente quatro sacas de 60 kg).

Resultados e Discussão

No primeiro experimento, quando se realizou apenas uma aplicação, nenhuma das doses utilizadas foi eficiente em reduzir a severidade da antracnose foliar no híbrido suscetível BRS304 (Figuras 1 e 2). Com a realização de duas aplicações, a eficiência de controle foi maior com a maior dose utilizada, ou seja, 0,9 l/ha. Com a realização de três ou de quatro aplicações, a eficiência de controle foi alta, independentemente da dose utilizada. Para o híbrido BRS310 (moderadamente resistente), a eficiência de controle foi alta, independentemente do número de aplicações e das doses testadas (Figuras 1 e 2).

Os valores de AACPD e severidade final foram maiores em ambas as cultivares nos tratamentos sem aplicação de fungicidas e no tratamento da BRS304 com apenas uma aplicação (Figura 3). O aumento no número de aplicações para três ou quatro aplicações (fora) não resultou em aumento da eficiência de controle da antracnose. Todas as doses utilizadas reduziram, de forma significativa, a severidade final e AACPD da doença quando comparadas à testemunha. O aumento da dose aplicada resultou em aumento da eficiência de controle apenas no híbrido mais suscetível BRS304 (Figura 3).

Todos os tratamentos resultaram em produções de grãos significativamente superiores à testemunha (Figura 4). No entanto, as diferenças foram maiores no híbrido mais suscetível (BRS304), em que a mistura Epoxiconazole + Pyraclostrobina resultou em produções 40, 52, 63 e 60% superiores à testemunha nos tratamentos com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente. No híbrido mais resistente, BRS310, o controle químico resultou em produções 16, 18, 18 e 17% superiores à testemunha nos tratamentos com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente.

No experimento 2, verificou-se que, em híbrido com alta suscetibilidade, como o BRS304, uma aplicação

realizada aos 45 ou 65 DAE não foi eficiente em reduzir a severidade da antracnose foliar, enquanto em híbrido com nível moderado de resistência, como o BRS310, uma aplicação realizada aos 45 ou 65 DAE foi eficiente em reduzir a intensidade foliar da doença. Duas aplicações, uma aos 45 e outra aos 65 DAE, foram eficientes em reduzir a severidade da antracnose, independentemente do nível de resistência presente nos híbridos. Nos híbridos com bons níveis de resistência, como o BRS308 e AG1060, a severidade da antracnose foi baixa em todos os tratamentos (menos de 14%), inclusive na testemunha sem aplicação (Figura 5).

Em todos os tratamentos envolvendo os híbridos com suscetibilidade alta a moderada à antracnose, houve reduções significativas nas perdas de produção em relação à testemunha (Figura 6). Nos híbridos com alta resistência a antracnose, BRS308 e AG1060, a aplicação de fungicida não resultou em incremento de produção em relação à testemunha sem aplicação (Figura 6). Nestes híbridos, a resistência à doença foi suficiente para garantir o potencial produtivo do híbrido. O ganho médio de produção em relação à testemunha sem aplicação para os híbridos BRS304, MR43, BRS310 e DKB599 foi de 33, 18, 28 e 31%, respectivamente. Nestes híbridos, a aplicação de fungicida protegeu as plantas do ataque severo da antracnose e permitiu que os híbridos expressassem o seu potencial produtivo.

O controle químico mostrou-se uma alternativa viável e altamente eficiente para o controle da antracnose do sorgo. A antracnose é considerada a doença mais importante da cultura e apresenta alto potencial de perda em condições ambientais favoráveis à doença e em híbridos suscetíveis, como podemos observar pela baixa produção obtida nos tratamentos testemunha sem aplicação de fungicidas (Figuras 4 e 6).

A principal medida de controle da doença é a utilização de cultivares resistentes (COSTA et al., 2011; PEREIRA et al., 2011; BUIATE et al., 2010; MORE et al., 2010; MEHTA et al., 2005; PERUMAL et al., 2009; CASELA et al., 2001; WHARTON; JULIAN, 1996;). Os resultados obtidos neste trabalho reforçam a resistência genética como altamente eficiente em controlar a antracnose e impedir os danos causados pela doença (Figuras 05 e 06). No entanto, como *C. sublineolum* é um patógeno que

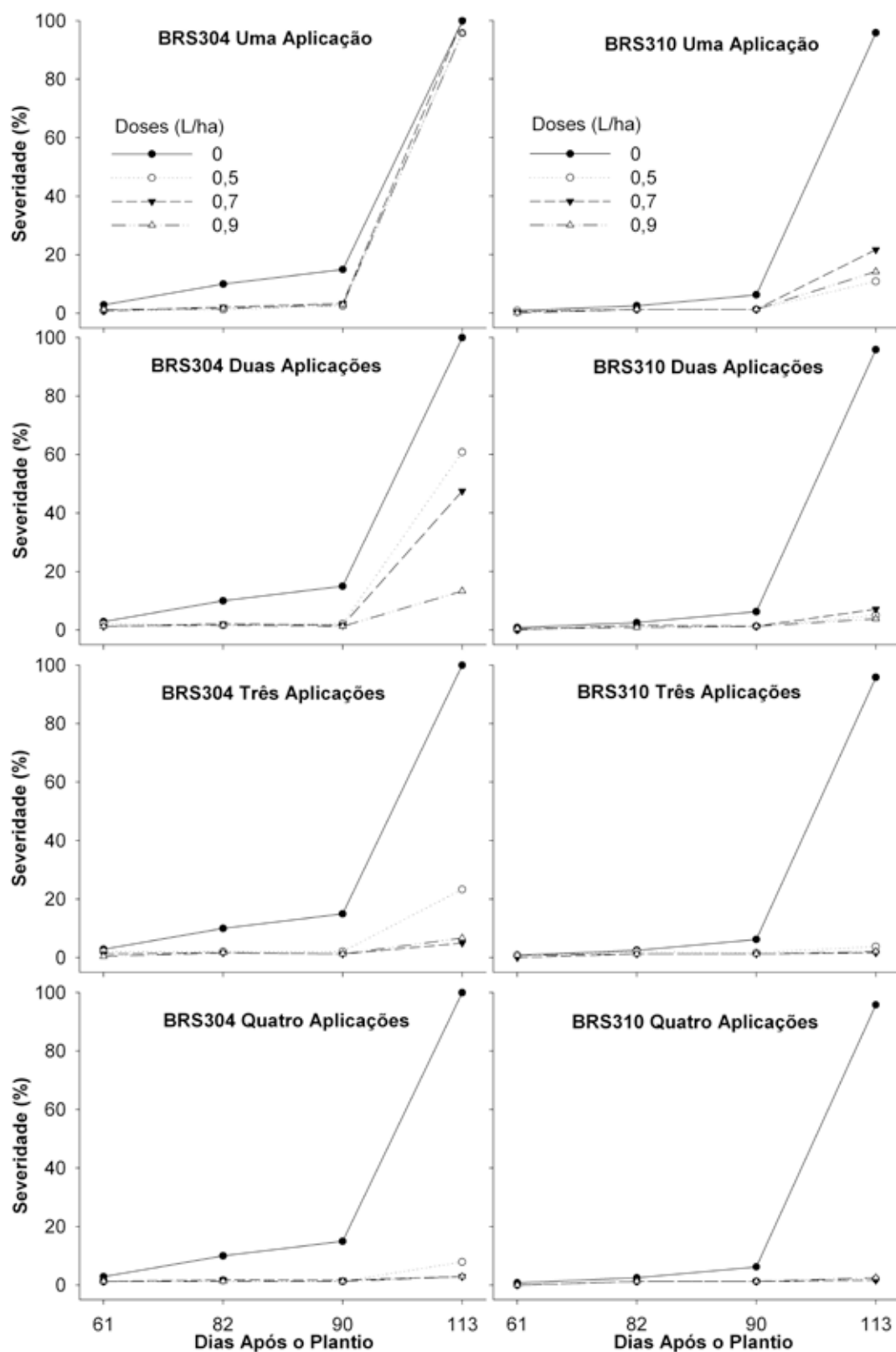


Figura 01. Progresso da antracnose foliar do sorgo em dois híbridos (BRS304 e BRS310) submetidos a uma, duas, três ou quatro aplicações do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina e testemunha sem aplicação no experimento 1.

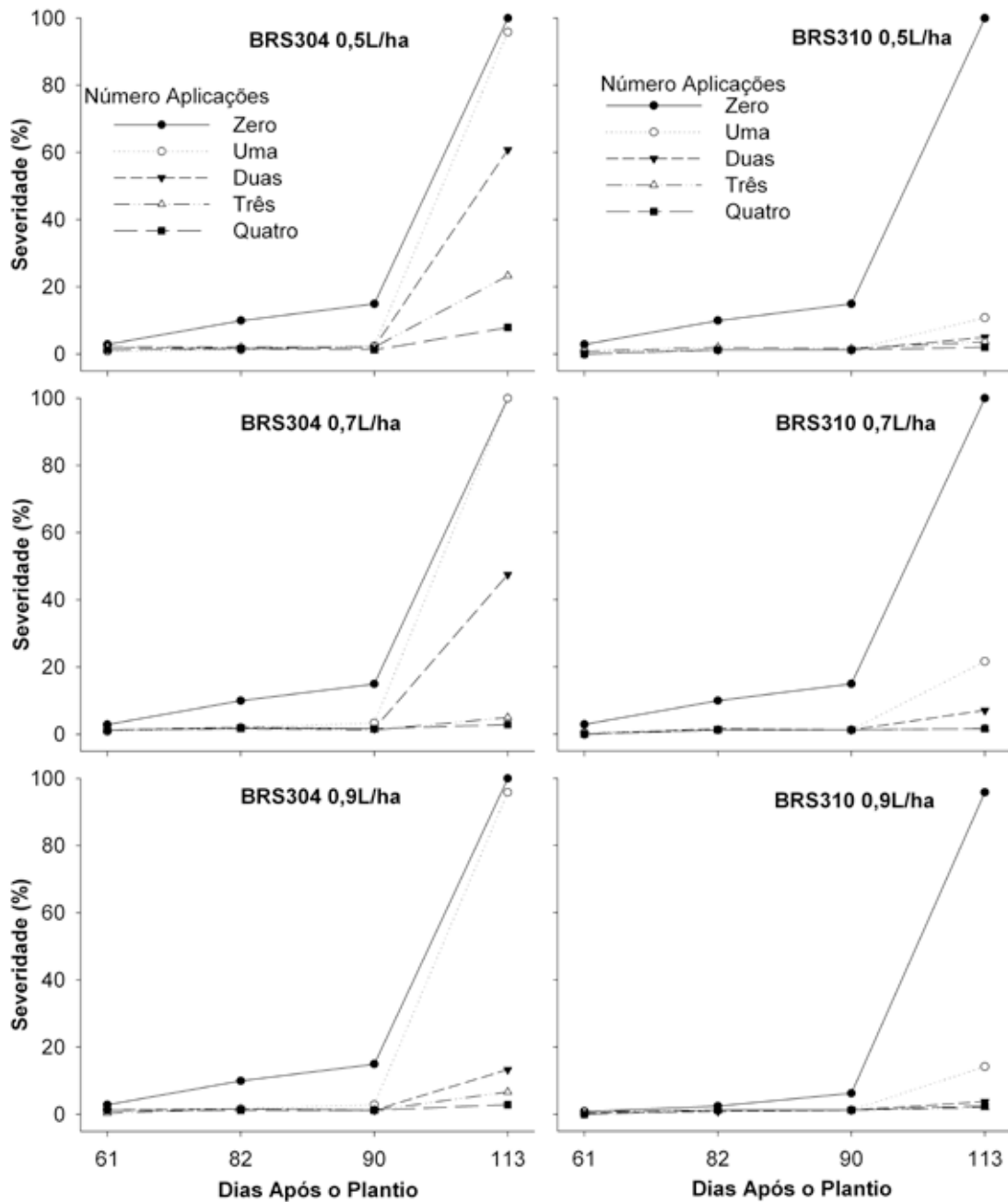


Figura 02. Curvas de progresso da antracnose foliar do sorgo nos híbridos BRS304 (altamente suscetível) e BRS310 (moderadamente resistente), submetidos a zero (testemunha sem aplicação), uma, duas, três ou quatro aplicações do produto Epoxiconale + Piraclostrobina em diferentes doses de aplicação no experimento 1

apresenta alta variabilidade genética, elevado número de raças, alta capacidade adaptativa, a resistência genética, pode ser facilmente suplantado por novas raças do patógeno, o que gera um contínuo trabalho de desenvolvimento de novas cultivares com resistência a estas novas raças (MOORE et al., 2010; CASELA et al., 1996; CASELA et al., 1995). No entanto, algumas cultivares são difíceis de serem substituídos, por conta das suas características

agronômicas, como precocidade e elevado potencial produtivo, como o BRS304. Neste caso, o agricultor que optar pelo plantio de uma cultivar suscetível deverá adotar o controle químico como medida complementar de controle para manter o potencial produtivo do híbrido.

A utilização de fungicidas tem se tornado frequente nas principais regiões produtoras do Brasil. Consi-

derando-se a inexistência de informações sobre a eficiência do controle químico, pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo têm avaliado a eficiência de fungicidas para o manejo da antracnose. Na safra 2008/2009, foi avaliada a eficiência de quatro formulações comerciais: Tebuconazole + Trifloxistrobina (0,75 e 0,5 L/ha); Epoxiconazole + Pyraclostrobina (0,75 e 0,5 L/ha); Ciproconazole + Azoxistrobina (0,3 e 0,15 L/ha); e Propiconazole + Trifloxistrobina (0,8 e 0,4 L/ha), comparadas com uma testemunha sem aplicação. Os fungicidas foram avaliados em uma, duas e três aplicações realizadas aos 45, 60 e 75 dias após a emergência, respectivamente. Todas as formulações avaliadas apresentaram eficiência em reduzir a severidade da doença quando comparadas à testemunha, resultando em incremento de produtividade. No entanto, a maior eficiência foi obtida com a aplicação de Epoxiconazole + Pyraclostrobina, seguido de Ciproconazole + Azoxistrobina, os quais resultaram em menores valores de área abaixo da

curva de progresso da doença e em maiores incrementos de produtividade quando comparados aos demais tratamentos. Duas e três aplicações resultaram em melhores níveis de controle da doença, tanto na maior dose quanto na dose menor. A mistura Epoxiconazole + Pyraclostrobina na dose de 0,75 L/ha em uma, duas e três aplicações resultou em aumento médio de 56, 87 e 101% na produtividade de grãos, respectivamente, quando comparados à testemunha (COSTA et al., 2009). Na safra 2009/2010, os pesquisadores observaram que o nível de resistência presente nas linhagens de sorgo influencia diretamente a eficiência do controle químico da antracnose do sorgo. A aplicação de fungicidas em linhagens com níveis intermediários de resistência resultou em maior eficiência de controle, quando comparado com linhagens suscetíveis (COSTA et al., 2010a). Na safra atual, utilizando híbridos comerciais, comprovamos que o controle químico é uma estratégia viável e eficiente para o controle da antracnose do sorgo.

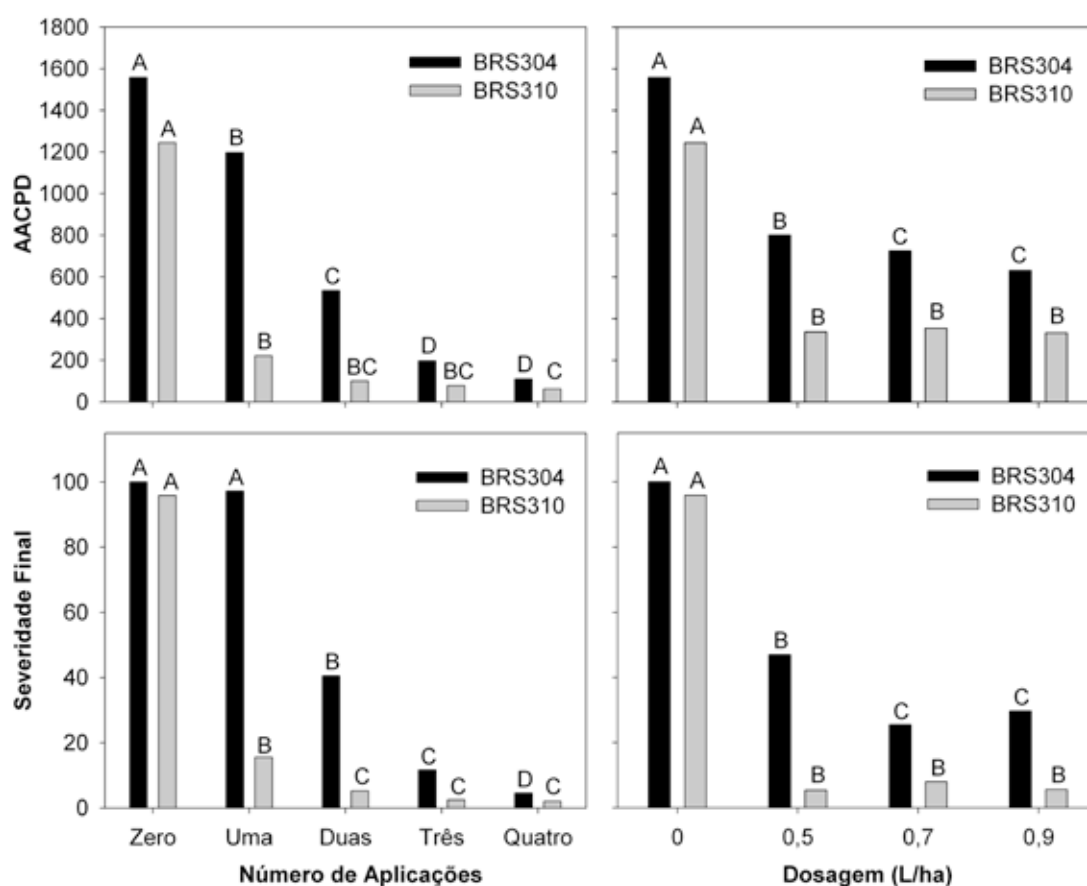


Figura 03. Área abaixo da curva de progresso (AACPD) e Severidade final da antracnose foliar do sorgo nos híbridos BRS304 (altamente suscetível) e BRS310 (moderadamente resistente), submetidos a zero (testemunha sem aplicação), uma, duas, três ou quatro aplicações do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina para o controle da doença no experimento 1. Médias, de cada híbrido, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P=0,05$).

Todas as variáveis analisadas: doses, fungicidas, número de aplicações e nível de resistência influenciaram na eficiência de controle. Dos três fatores o que menos influenciou na eficiência de controle e nos ganhos de produção foi a dose, o que também havia sido observado previamente (COSTA et al., 2010a). Sendo assim, optou-se por utilizar a dose de 0,75L/ha que é a dosagem recomendada para a cultura do milho. O número de aplicações, como reportado previamente (COSTA et al., 2009; COSTA et al., 2010a), influenciou de forma significativa na eficiência de controle. Houve tendência ao aumento da eficiência de controle com o aumento do número de aplicações, no entanto, o ganho produtivo não aumentou (Figuras 3 e 4). Houve, ainda, interação significativa entre número de aplicação e nível de resistência da cultivar. Em cultivares com níveis intermediários de resistência, uma aplicação foi eficiente no controle da doença e não houve aumento de eficiência com o aumento do número de aplicações. Portanto, o nível de resistência da cultivar tem que ser considerado no momento de se planejar

a recomendação de aplicação ou não de fungicida. Em cultivares com alto nível de resistência, como o BRS308 e AG1060, a aplicação de fungicida não resultou em ganho produtivo em relação à testemunha sem aplicação.

A época de aplicação (45 ou 65 DAE) teve pouco efeito na eficiência de controle da antracnose (Figura 5). Os ganhos produtivos com as aplicações realizadas aos 45 ou 65 DAE foram praticamente os mesmos (Figura 6). Estes resultados podem ser explicados pelo fato de aos 45 DAE já ser possível observar sintomas da doença no campo. Neste caso, a aplicação mais cedo reduziu (retardou?) o início da epidemia e as aplicações mais tardias tiveram efeito mais importante na taxa de progresso da doença por reduzir os número de ciclos secundários do patógeno. Quando foram realizadas duas aplicações, uma aos 45 e a segunda aos 65 DAE, houve redução significativa na severidade final da antracnose, principalmente nos híbridos mais suscetíveis (Figura 5). No entanto, não houve incremento da

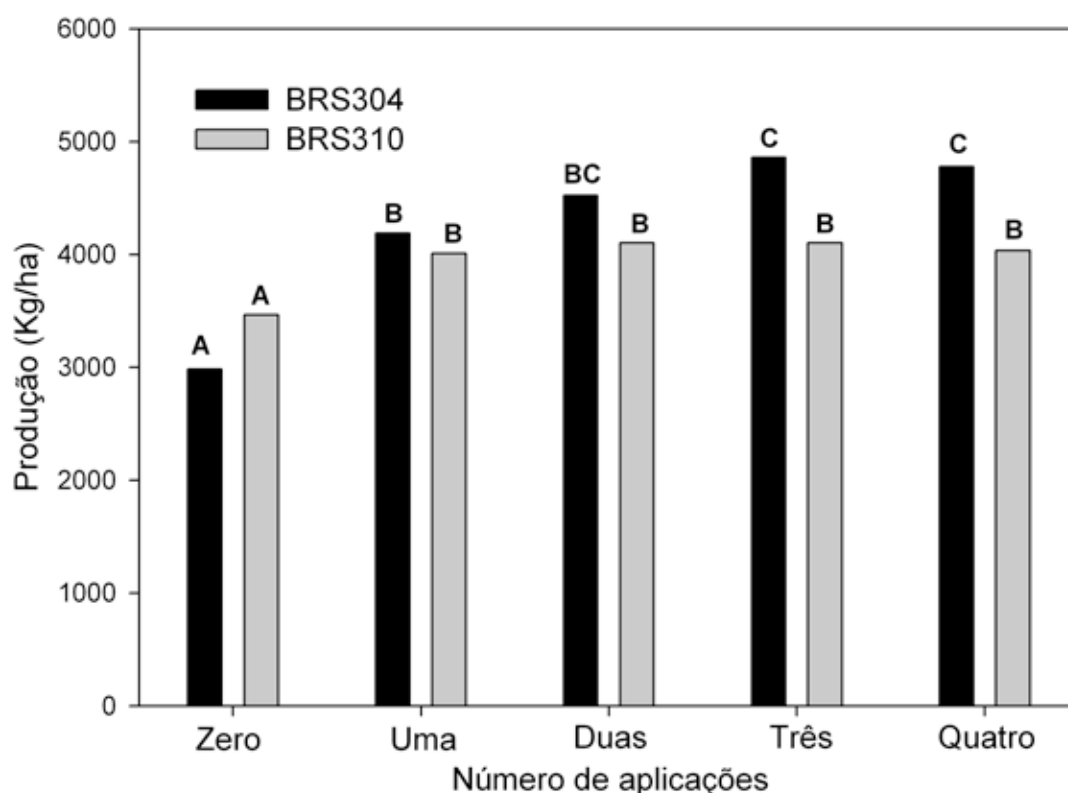


Figura 04. Produção de grãos dos híbridos BRS304 (altamente suscetível) e BRS310 (moderadamente resistente), submetidos a zero (testemunha sem aplicação), uma, duas, três ou quatro aplicações do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina no experimento 1. Médias, de cada híbrido, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P=0,05$).

produção quando comparados com os tratamentos com apenas uma aplicação. Estes resultados indicam que para a cultura do sorgo, dependendo das condições ambientais e pressão de doença, uma aplicação de fungicida aos 45 ou 65 DAE é suficiente para garantir o potencial produtivo do híbrido. A decisão da aplicação mais cedo ou mais tarde vai depender da ocorrência de outras doenças. Por

exemplo, em cultivares suscetíveis à helmintosporiose, a aplicação deverá ser realizada mais cedo (COTA et al., 2010).

Baseando-se nos dados de produção do experimento 1 (Figura 4), para o híbrido BRS304, os ganhos produtivos foram maiores que o custo de aplicação para todos os tratamentos (Tabela 3). No entan-

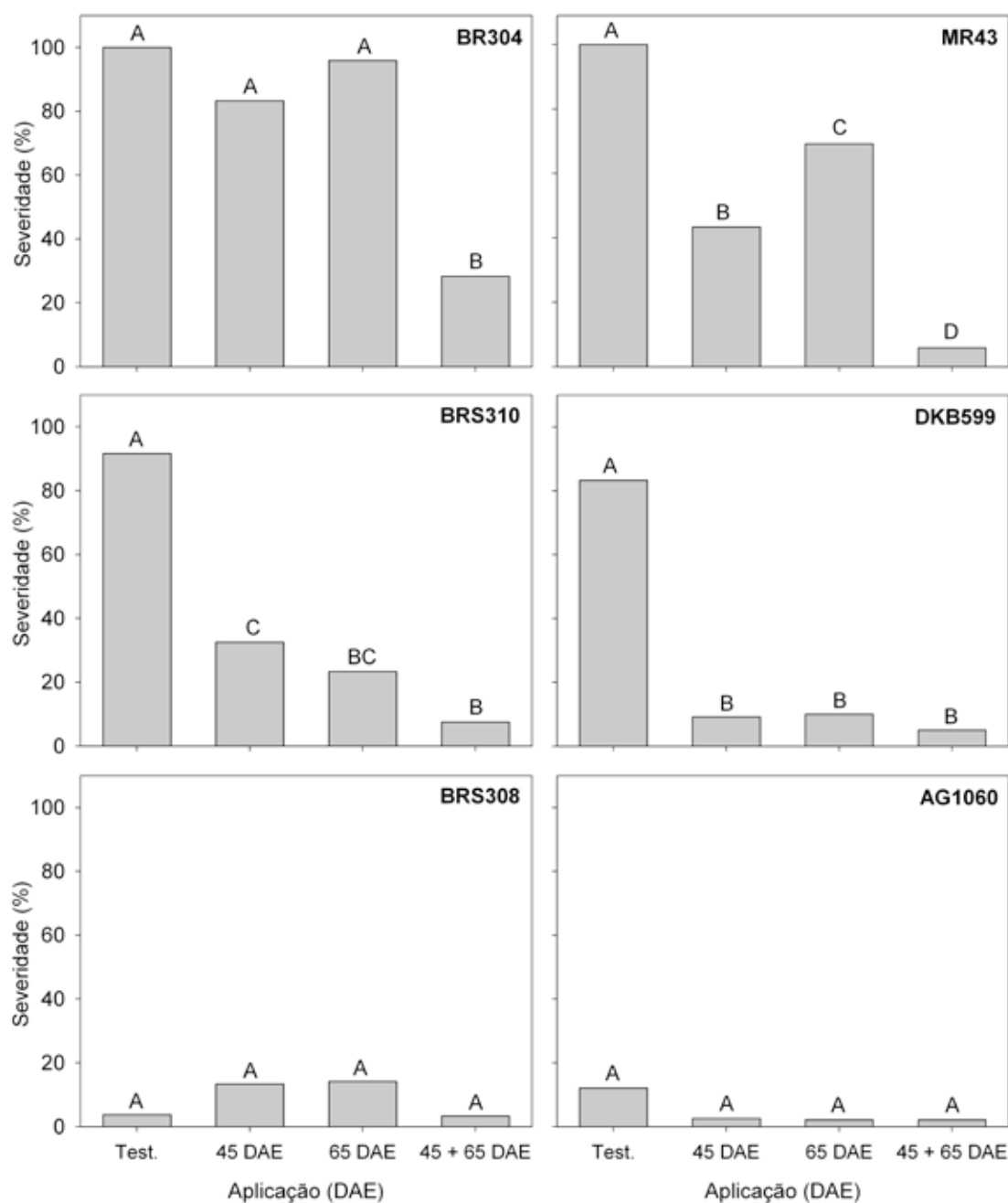


Figura 05. Efeito do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina aplicado aos 45, 60 e 45 + 60 dias após a emergência (DAE) ou testemunha (sem aplicação) na severidade foliar da antracnose do sorgo em seis híbridos BRS 304, MR43, BRS310, DKB599, BRS308 e AG1060 plantados no experimento 2. Médias de tratamentos, para cada híbrido, seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P=0,05$).

to, quando se aumentou o número de aplicações, reduziu-se o retorno econômico do uso do fungicida. Por exemplo, o rendimento do híbrido BRS304 foi de 1.205,4 Kg com uma aplicação (rendimento líquido de 968 kg por ha); fazendo uma segunda aplicação, o rendimento subiu para 1.539,2 kg (rendimento líquido de 1065,2 kg); fazendo uma terceira aplicação, o rendimento subiu para 1.878,6 kg

(rendimento líquido de 1.167,3 kg); e realizando a quarta aplicação o rendimento subiu para 1.795,0 (rendimento líquido de 847 kg/ha). Sendo assim, com o aumento do número de aplicação, a relação entre retorno financeiro e custo de aplicação diminuiu: 4,09 (uma aplicação), 2,25 (duas aplicações), 1,64 (três aplicações) e 0,89 (quatro aplicações). Para o híbrido BRS310 foi viável a realização de

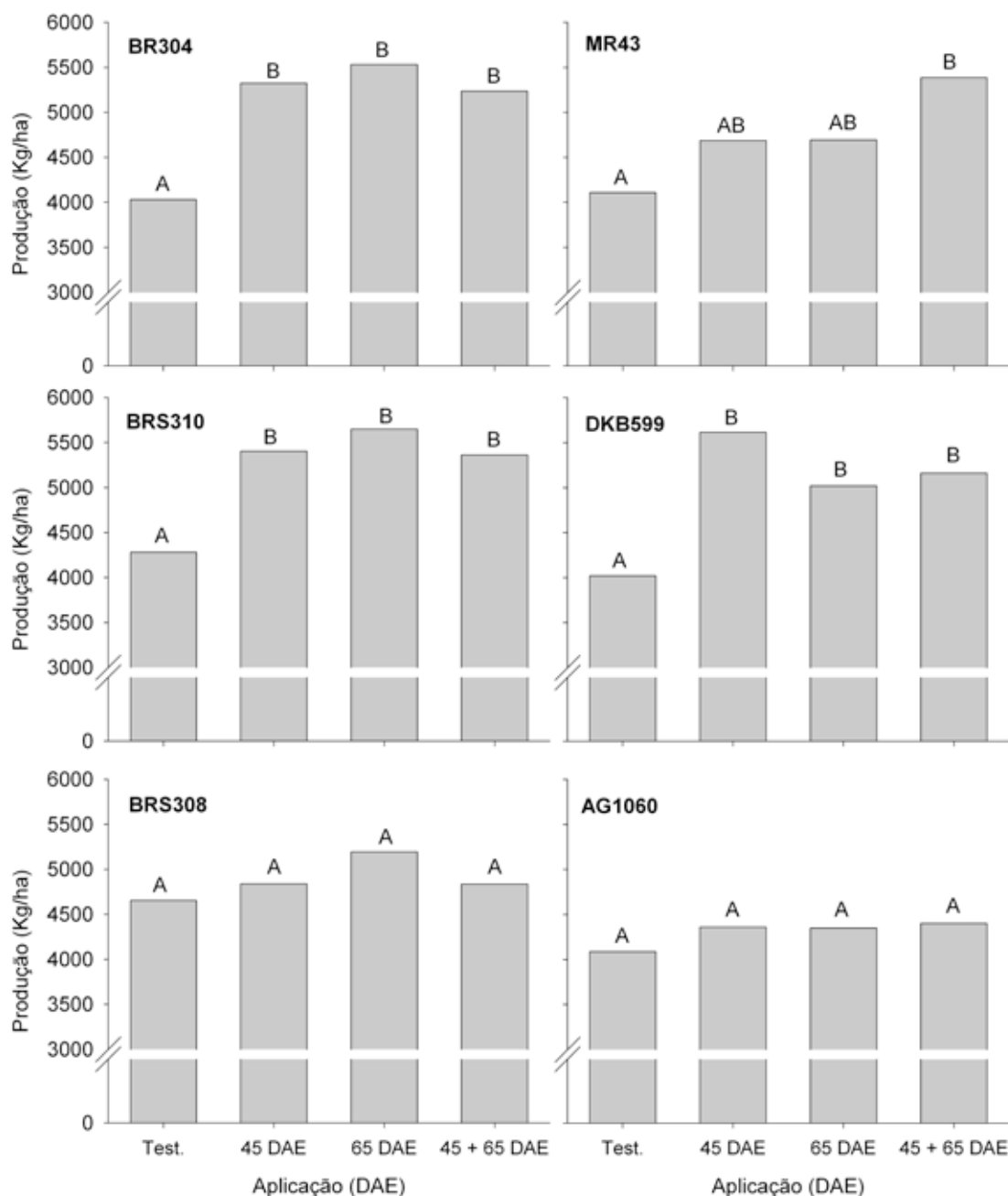


Figura 06. Produção de grãos em seis híbridos (BRS 304, MR43. BRS310, DKB599, BRS308 e AG1060) submetidos a pulverização com o fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina aos 45, 60 e 45 + 60 dias após a emergência (DAE) ou testemunha (sem aplicação) no experimento 2. Médias de tratamentos, para cada híbrido, seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P=0,05$).

Tabela 03. Rendimento de híbridos de sorgo submetidos a uma, duas, três ou quatro aplicações do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina (experimento 01) ou uma (45 ou 65 DAE) ou duas aplicações (45 e 65DAE) no experimento 2. O rendimento foi calculado considerando-se a relação entre o rendimento de grãos dos híbridos submetidos à aplicação de fungicida e à testemunha sem aplicação. O custo de cada aplicação foi considerado como a soma do custo do fungicida (R\$ 48,00) e o custo da aplicação terrestre (R\$ 23,00). O custo da aplicação foi convertido para a produção considerando uma saca de sorgo a R\$ 17,96.

Experimento 01						
Híbrido	Aplicação (DAE)	Rendimento (Kg/ha)	Custo (Kg/ha)	Híbrido	Rendimento (Kg/ha)	Custo (Kg/ha)
BRS304	40	1205,4	237,00	BRS310	546,2	237,00
BRS304	40 e 55	1539,2	474,00	BRS310	639,6	474,00
BRS304	40, 55 e 60	1878,6	711,00	BRS310	638,9	711,00
BRS304	40, 55, 60 e 75	1795,0	948,00	BRS310	570,4	948,00
Experimento 02						
BRS304	45	1292,6	237,00	MR43	576,6	237,00
BRS304	65	1500,4	237,00	MR43	583,6	237,00
BRS304	45 e 65	1205,0	474,00	MR43	1277,0	474,00
BRS310	45	1122,3	237,00	DKB599	1595,0	237,00
BRS310	65	1369,3	237,00	DKB599	1000,4	237,00
BRS310	45 e 65	1080,4	474,00	DKB599	1140,2	474,00
BRS308	45	183,2	237,00	AG1060	274,4	237,00
BRS308	65	536,8	237,00	AG1060	263,9	237,00
BRS308	45 e 65	182,5	474,00	AG1060	313,6	474,00

uma ou duas aplicações, no entanto, o incremento de produção obtido com a segunda aplicação não cobriu o seu custo (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos para o experimento 2, sendo a segunda aplicação viável apenas para o híbrido MR43. Baseando-se nestes resultados, pode-se dizer que o número de aplicações dependerá do nível de resistência do híbrido e as chances de o agricultor obter maior retorno econômico serão com a realização de apenas uma aplicação de fungicida.

Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho corroboraram os reportados previamente (COSTA et al., 2009; 2010a). O controle químico é uma alternativa economicamente viável para o manejo da antracnose do sorgo. O nível de resistência presente nos híbridos influencia diretamente a eficiência do controle químico

da doença. A aplicação de fungicidas em híbridos com níveis intermediários de resistência resulta numa eficiência de controle, significativamente superior ao observado em híbridos suscetíveis. No entanto, o potencial de redução das perdas e de se obter retorno econômico são maiores para híbridos mais suscetíveis. A aplicação de fungicidas e resistência genética atuam de forma sinérgica resultando em maior eficiência de controle quando comparado ao seu uso de forma isolada. Desse modo, recomenda-se que, na utilização de fungicidas para o manejo da antracnose, seja considerado o nível de resistência das cultivares de sorgo, observando-se, principalmente, o número de aplicações necessário para a obtenção de níveis satisfatórios de controle em cada híbrido. Em híbridos com bons níveis de resistência não se recomenda a aplicação de fungicidas para o controle de doenças e ressalta-se que não existem, até o momento, fungicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para o controle da antracnose foliar do sorgo.

Referências

- BUIATE, E. A. S.; SOUZA, E. A. de; VAILLANCOURT, L.; RESENDE, I.; KLINK, U. P. Evaluation of resistance in sorghum genotypes to the causal agent of anthracnose. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 166-172, 2010.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. Proposta de um sistema de classificação de raças de *Colletotrichum graminicola* agente causal da antracnose em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 4, p. 337-344, 1987.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; ZELLER, K. A.; LEVY, M. Pathotype variation in the sorghum anthracnose fungus: a phylogenetic perspective for resistance breeding. In: LESLIE, J. F.; FREDERIKSEN, R. A. (Ed.). **Disease analysis through genetics and biotechnology**. Ames: Iowa State University Press, 1995. p. 257-276.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; BRANCÃO, N. Variabilidade e estrutura de virulência em *Colletotrichum sublineolum* em sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 357-361, 1996.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FREDERIKSEN, R. A. Evidence for dilatory resistance to anthracnose in sorghum. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, p. 908-911, 1993.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; SANTOS, F. G. Associação de virulência de *Colletotrichum graminicola* à resistência genética em sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 143-146, 1998.
- CASELA, C. R.; FREDERIKSEN, R. A. Pathogenic variability in monoconidial isolates of the sorghum anthracnose fungus *Colletotrichum graminicola* from single lesions and from monoconidial cultures. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 149-153, 1994.
- CASELA, C. R.; PINTO, M. F. J. A.; OLIVEIRA, E.; FERREIRA, A. S. Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): controle de doenças. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 102-106.
- CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Reaction of sorghum genotypes to the anthracnose fungus *Colletotrichum sublineolum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 197-200, 2001.
- CHALA, A.; TRONSMO, A. M.; BRURBERG, M. B. Genetic differentiation and gene flow in *Colletotrichum sublineolum* in Ethiopia, the centre of origin and diversity of sorghum, as revealed by AFLP analysis. **Plant Pathology**, London, v. 60, n. 3, p. 474-482, 2011.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, primeiro levantamento, outubro 2011**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 out. 2011a.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Preços da agropecuária: mandioca e milho**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 out. 2011b.
- COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. S. A antracnose do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 345-354, 2003.
- COSTA, R. V.; COTA, L. V.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; LANZA, F. E. **Controle químico da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 117).
- COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F. **Uso integrado da resistência genética e aplicação de fungicidas para o manejo da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010a. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 143).
- COSTA, R. V.; COTA, L. V.; CASELA, C. R.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F. **Rotação de cultivares como uma estratégia para o manejo da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010b. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 148).
- COSTA, R. V.; ZAMBOLIM, L.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; CASELA, C. R. Genetic control of sorghum resistance to leaf anthracnose. **Plant Pathology**, London, 2011. No prelo.
- COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F. **Recomendação para o controle químico da helmintosporiose do sorgo (*Exserohilum turcicum*)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 149).
- FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R. Raças patogênicas de *C. graminicola*, agente causal da antracnose em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, p. 83-87, 1986.

FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R.; PINTO, N. F. J. de A. **Manejo de doenças na cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 89).

GUIMARÃES, F. B.; CASELA, C. R.; DO VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F. G. Resistência dilatária de genótipos de sorgo a diferentes raças de *Colletotrichum graminicola*. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 24, p. 136-140, 1998a.

GUIMARÃES, F. B.; CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Controle da antracnose do sorgo através da utilização de mistura de cultivares. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 24, p. 131-135, 1998b.

GUIMARÃES, F. B.; CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; PEREIRA, J. C. R.; FERREIRA, A. S. Avaliação da resistência de genótipos de sorgo a antracnose. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 25, n. 4, p. 308-312, 1999.

MEHTA, P. J.; WILTSE, C. C.; ROONEY, W. L.; COLLINS, S. D.; FREDERIKSEN, R. A.; HESS, D. E.; CHISI, M.; TEBEEST, D. O. Classification and inheritance of genetic resistance to anthracnose in sorghum. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 93, n. 1, 1-9, 2005.

MOORE, J. W.; DITMORE, M.; TEBEEST, D. O. Pathotypes of *Colletotrichum sublineolum* in Arkansas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 92, n. 10, p. 1415-1420, 2008.

MOORE, J. W.; DITMORE, M.; TEBEEST, D. O. Development of anthracnose on grain sorghum hybrids inoculated with recently described pathotypes of *colletotrichum sublineolum* found in Arkansas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 94, n. 5, p. 589-595, 2010.

NGUGI, H. K.; JULIAN, A. M.; KING, S. B.; PEACOCKE, B. J. Epidemiology of sorghum anthracnose (*Colletotrichum*

sublineolum) and leaf blight (*Exserohilum turcicum*) in Kenya. **Plant Pathology**, London, v. 49, p. 129-140, 2000.

PEREIRA, I. S.; SILVA, D. D. da; CASELA, C. R.; TARDIN, F. D.; ABREU, M. S. de. Resistance of parent lines and simple hybrids of sorghum to anthracnose fungus *Colletotrichum sublineolum*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 46-51, 2011.

PANIZZI, R. C.; FERNANDES, N. G. Doenças do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; RESENDE, J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 676-689.

PERUMAL, R.; MENZ, M. A.; MEHTA, P. J.; KATILE, S.; GUTIERREZ-ROJAS, L. A.; KLEIN, R. R.; KLEIN, P. E.; PROM, L. K.; SCHLUETER, J. A.; ROONEY, W. L.; MAGILL, C. W. Molecular mapping of Cg1, a gene for resistance to anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) in sorghum. **Euphytica**, Wageningen, v. 165, n. 3, p. 597-606, 2009.

PROM, L. K.; ISAKEIT, T.; PERUMAL, R.; ERPELDING, J. E.; ROONEY, W.; MAGILL, C. W. Evaluation of the Ugandan sorghum accessions for grain mold and anthracnose resistance. **Crop Protection**, Surrey, v. 30, n. 5, p. 566-571, 2011.

SHARMA, H. L. A technique for identifying and rating resistance to foliar diseases of sorghum under field conditions. **Proceeding of the Indian Academy of Sciences**, Bangalore, v. 42, p. 278-283, 1983.

WHARTON, P. S.; JULIAN, A. M. A cytological study of compatible and incompatible interactions between *Sorghum bicolor* and *Colletotrichum sublineolum*. **New Phytologist**, Oxford, v. 134, p. 25-34, 1996.

Circular Técnica, 171

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027 1100
Fax: (31) 3027 1188
E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2011): on line

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira
Secretário-Executivo: Elana Charlotte Landau
Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Hebert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Expediente

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização Bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento das ilustrações: Alexandre Esteves
Editoração eletrônica: Alexandre Esteves